



**A Magyar Tudományos Akadémia  
Analitikai és Környezeti Kémiai  
Bizottságának**

**9. Környezetkémiai Szimpóziuma  
Siófok, 2021. szeptember 17-18.**

**A kiadvány szerkesztői:**

**Prof. Kónya Zoltán**

**Dr. Kiricsi Mónika**

## KÖSZÖNTŐ

Tisztelt Kolléganő, Kolléga Úr!

Szeretettel köszöntjük a 2021. évi Környezetkémiai Szimpóziumon! Nagy örömünkre szolgál, hogy a koronavírus pandémia miatt kimaradt 2020. évi szimpózium után végre személyesen is találkozhatunk, felfrissíthetjük a szakmai együttműködéseket, kapcsolatokat, hogy egy vacsora mellett ismét jót beszélgethetünk. Mindenkinek nehéz volt az elmúlt időszak, a munkabizottság életében is jelentős változásokat okozott a vírushelyzet, elmaradtak az összejövetelek, konferenciák, online formában bonyolódtak az akadémiai bizottsági ülések. Ezért rendkívül fontos, hogy ismét visszatérhessünk a megszokott találkozásokhoz és a szakmai élet korábban megszokott rutinjához. Ennek jegyében szerveztük meg idén a munkabizottság szimpóziумát, talán kicsit korábban a szokásos októberi időponthoz képest, hogy mindenképpen lehetőségünk legyen a személyes találkozásra. A szimpózium két napján összesen 20 tudományos előadás hangzik el az ország vezető környezettudományi kutatásban működő csoportjainak képviselőitől. Pénteken este a Környezeti Kémiai Munkabizottság képviselői számolnak be a 2020-21 évi feladatokról, az elért eredményekről. A konferenciával kapcsolatos információk elérhetők a munkabizottság honlapján is: <http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>  
A konferencia résztvevőinek idén is lehetőségük lesz az előadások értékelésére, mely alapján, a szimpózium végén egy közönségdíj is kiosztásra kerül.

Köszönjük a munkabizottsági Tagoknak, a Kollégáknak, a Szimpózium minden résztvevőjének az önzetlen segítséget, az előadóknak a felkészülést, a társszerzőknek és vezető kutatóknak a színvonalas szakmai munkát!

Mindenkinek hasznos és sikeres szimpóziумot kívánunk!

A szervezők nevében tisztelettel:

**Prof. Kónya Zoltán**

*MB elnöke*

**Dr. Kiricsi Mónika**

*MB titkára*

## WELCOME

Dear Colleagues,

It is a great pleasure for us to welcome you to the 2021 Annual Environmental Chemistry Conference organized by the Environmental Chemistry Working Group of the Hungarian Academy of Sciences.

The COVID-19 pandemic has brought serious changes in our lives. Conferences were cancelled, the scientific collaborations were put on hold and the normal flow of our professional activities was abruptly stopped or was driven onto online platforms. Therefore, now it is essential to resume the normal routine of scientific life and usual practices such as the annual meetings and follow again the traditions of the pre-COVID years. On the 2 days of the Conference 20 lectures will be given by representatives of numerous Hungarian leader research groups working in the field of environmental sciences. Friday evening the representatives of the Environmental Chemistry Working Group of the Academy will talk about the recent achievements and future tasks. Please visit the website of the Working Group for further information about the Conference: <http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>

Conference participants will have the possibility to evaluate the presentations and a prize will be awarded after the last presentation based on these evaluations.

We would like to thank our members, all Colleagues for their efforts and express our gratitude to all conference participants for their contribution. We are looking forward to a fascinating conference!

We wish all participants an enjoyable conference!

Yours sincerely, on behalf of the organizers,

**Prof. Zoltán Kónya**

*WG Chair*

**Dr. Mónika Kiricsi**

*WG Secretary*

## ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

A **9. Környezetkémiai Szimpóziумot** az MTA Környezeti Kémiai Munkabizottsága rendezi **2019. szeptember 17-18-án**, pénteken és szombaton, **Siófokon** a Prémium Hotel Panorámában.

A szimpóziум szakmai programja és számos gyakorlati információ megtalálható a munkabizottság honlapján (<http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>) is.

### Helyszín

Prémium Hotel Panoráma Siófok, Beszédes J. sétány 80., Tel.: +84 311-637

E-mail: [info@premiumhotelpanorama.hu](mailto:info@premiumhotelpanorama.hu)

[www.premiumhotelpanorama.hu](http://www.premiumhotelpanorama.hu)

GPS koordináták: N 46.916635, E 18.068987

A helyszín megközelíthető autóval Budapest felől: Az M7-es autópályáról a Siófok-Kelet (Sóstó) lejártnál kell letérni, ez a 70-es sz. főútra vezet. Kb. 2 km-re az út bal oldalán lévő MOL-kútnál jobbra kell kanyarodni, át a vasúti átjárón. (Itt egy tér található templommal.) Az út beletorkollik a Szent László utcába, ahol balra kell kanyarodni. Elérve a Garay utcát jobbra kell fordulni, majd balra kanyarodva érik el a Beszédes sétányt, s innen már látható a szálloda. Parkolni az épület előtt lehet.

### Részvételi költségek

#### **Szállás:**

Elhelyezés **egyágyas szobában: bruttó 22.300,- Ft/szoba/éj** (nettó 21.238,- Ft/szoba/éj)

Elhelyezés **kétágyas szobában: bruttó 14.450,- Ft/fő/éj** (nettó 13.762,- Ft/fő/éj)

#### **Étkezés:**

Szept. 17 büféasztalos **vacsora: bruttó 5.900,- Ft/ fő/ alkalom** (nettó 5.619,- Ft/ fő/ alkalom)

Szept. 18 büféasztalos **ebéd: bruttó 5.900,- Ft/ fő/ alkalom** (nettó 5.619,- Ft/ fő/ alkalom)

A szponzorok támogatásával, a **kávészünetek** és a konferencia **kiadvány** ingyenes.

Az idegenforgalmi adó külön fizetendő a szállodában, melynek mértéke 400,- Ft/fő/éj.

### Fizetési információk

A fizetés történhet banki átutalással megküldött előlegszámla alapján, illetve a helyszínen készpénzzel vagy bankkártyával. Számlázással kapcsolatban keresse Gellény Ritát a Prémium Hotel Panorámában vagy e-mailen:

[sales@premiumhotelpanorama.hu](mailto:sales@premiumhotelpanorama.hu).

## ÁTTEKINTŐ PROGRAM

Szeptember 17. Péntek	Program
14:00-14:10	Köszöntő
14:10-14:50	Fodor Péter VAKCINÁLJUNK? (MIÉRT? HOGYAN?)
14:55-15:10	Vörösmarty Máté A COVID-19 JÁRVÁNYÜGYI INTÉZKEDÉSEK HATÁSA BUDAPEST LEVEGŐMINŐSÉGÉRE
15:10-15:25	Thén Wanda AEROSZOL RÉSZECSKÉK SZEREPE A FELHŐKÉPZŐDÉSSEN
15:25-15:40	Bozóki Zoltán NYITOTT KAMRÁS FOTOAKUSZTIKUS RENDSZER FEJLESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA AZ AMMÓNIA FÖLDFELSZÍN-LÉGKÖR KÖZTI KICSERÉLŐDÉSÉNEK MÉRÉSÉRE
15:40-15:55	Molnár Mihály A COVID-19 HATÁSA A LÉGKÖRI CO <sub>2</sub> FOSSZILIS SZÉN TARTALMÁRA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN
<b>16:00-16:30</b>	<b>Kávészünet</b>
16:30-16:45	Major István A PM <sub>2,5</sub> SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL LEHETSÉGES FORRÁSAINAK AZONOSÍTÁSA DEBRECENBEN, KOMBINÁLT SZÉNTARTALOM, RADIOKARBON ÉS STABIL SZÉN IZOTÓPOS VIZSGÁLATOK SEGÍTSÉGÉVEL
16:45-17:00	Gergely Virág AEROSZOL RADIOKARBON VIZSGÁLATA A PAKSI ATÓERŐMŰ KÖRNYEZETÉBEN
17:00-17:15	Bartus Cora Pravda A FEKETE FOSZFOR OXIDÁCIÓJA ÉS REDUKCIÓJA
17:15-17:30	Harman-Tóth Erzsébet FOSZFOGIPSZ: AZ ERŐMŰVI GIPSZ POTENCIÁLIS HELYETTESÍTŐJE, KÖRNYEZETKÉMIAI KIHÍVÁSOKKAL
17:30-17:45	Harman-Tóth Erzsébet TÉGLAGYÁRTÁSHOZ KÖTŐDŐ FLUORIDKIBOCSÁTÁS: AZ ÁSVÁNYTANI ÉS A TECHNOLÓGIAI HÁTTÉR
17:45-18:00	Berkesi Dániel PEROVSKITEK MECHANOKÉMIAI ELŐÁLLÍTÁSA ÉS VIZSGÁLATA
<b>18:00-18:30</b>	<b>Munkabizottsági ülés</b>
<b>19:00-20:00</b>	<b>Vacsora</b>
<b>20:00-21:00</b>	<b>Borkóstoló</b>

<b>Szeptember 18. Szombat</b>	<b>Program</b>
9:00-9:15	Mörzl Mária A SIMONA ÜLEDÉKVIZSGÁLÓ PROJEKT EREDMÉNYEI
9:15-9:30	Székács András RNS-INTERFERENCIÁN ALAPULÓ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK MIK A KÖRNYEZETI KOCKÁZATOK?
9:30-9:45	Buzás Anna POSZT-HARVESZT FUNGICIDEK ELŐFORDULÁSA A CITRUSFÉLÉKEN ÉS ENNEK ÉLELMISZER-EGÉSZSÉGÜGYI VONATKOZÁSAI
9:45-10:00	Lányi Katalin SZABAD TÉREN ÁRUSÍTOTT GYÜMÖLCSÖK POLIAROMÁS SZÉNHIDROGÉN SZENNYEZETTSÉGE
10:00-10:15	Varga Tamás MÉZEK RADIOKARBON ALAPÚ KORMEGHATÁROZÁSA
10:15-10:30	Csicsor Attila HUMUSZANYAGOK ANTIOXIDÁNS TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA CUPRAC MÓDSZERREL, SAJÁT FÉNYELNYELÉS KORREKCIÓ FIGYELEMBEVÉTELÉVEL
<b>10:30-11:00</b>	<b>Kávészünet</b>
11:00-11:15	Amir Khaidi UNWANTED SOLID FORMATION ACCOMPANYING THE BURNING OF LANDFILL BIOGAS AND SEWAGE-DERIVED BIOGAS IN CHP UNITS
11:15-11:30	Benyó Judit IRÁNYÍTOTT STRUVITLEVÁLASZTÁS SZENNYVÍZBŐL
11:30-11:45	Molnár Anita VÍZBEN OLDOTT SZERVES <sup>14</sup> C MINTAELŐKÉSZÍTÉS MÓDSZERFEJLESZTÉSE AMS MÉRÉSEKHEZ
<b>11:45-12:00</b>	<b>Zárszó</b>
<b>12:00-14:00</b>	<b>Ebéd</b>

## VAKCINÁLJUNK? (MIÉRT? HOGYAN?)

**Fodor Péter**

Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A betegségek kezelésében az injektlás már nagyon régen alkalmazott technológia (Leonardo da Vinci?), és hatásfoka igazoltan jóval nagyobb, mint más kezeléseké. Előadásomban olyan paramétereket mutatok be, melyek előnyösen, illetve hátrányosan hatnak az injektlásnál, melyek kutatása napjainkban is intenzíven folyik, annak érdekében, hogy a Karácsony olyan ünnep legyen, amilyennek megszoktuk.

Sajnos a feladat nagyon sok ismeretlen tényezőt tartalmaz, mint általában az ilyen környezeti kísérletek jellemzője, de előadásomban rámutatok arra, hogy egy oldalról, milyen kutatási team képes ilyen, feladatok megoldására, s hol van szükség segítségre, valamint arra, hogy a magyar kutatási pályázati rendszer miként segíti az olyan pályázatokat, ahol a siker nem garantált. Az előadásban rámutatok arra is, hogy merre halad a világ az injektlások területén, milyen rutinszerű megoldások léteznek, valamint arra, milyen szűk a mezsgye, az élettudomány különböző területei között.

Az előadásban rámutatok arra, hogy ha Magyarországon valaki ilyen jellegű kísérletsorozatot indít, milyen engedélyek szükségesek az induláshoz, milyen tőlünk független paraméterek eredményezhetnek bizonytalanságokat az eredmények statisztikai értékelésében.

## A COVID-19 JÁRVÁNYÜGYI INTÉZKEDÉSEK HATÁSA BUDAPEST LEVEGŐMINŐSÉGÉRE

**Vörösmarty Máté**<sup>1</sup>, **Thén Wanda**<sup>1</sup>, **Gyöngyösi András Zénó**<sup>2</sup>, **Weidinger Tamás**<sup>3</sup> és **Salma Imre**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hevesy György Kémia Doktor Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest,

<sup>2</sup> Kémiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

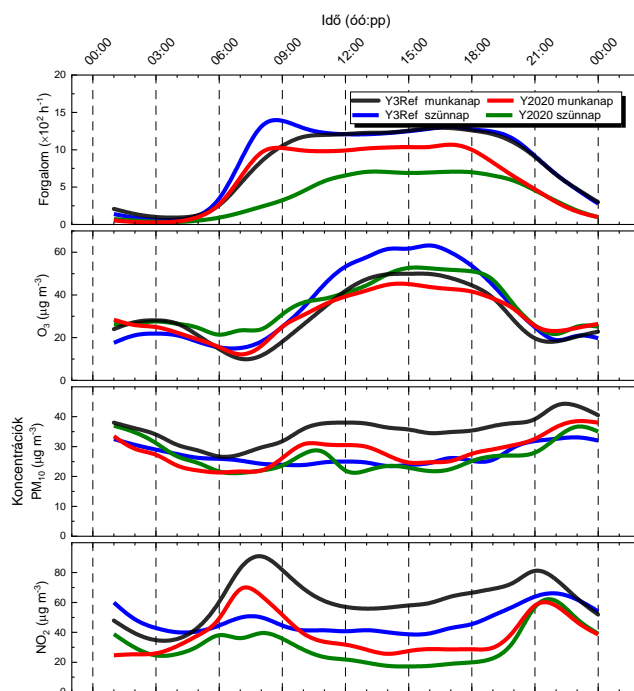
<sup>3</sup> Meteorológiai Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

A COVID-19 világjárvány terjedését lassítani hivatott intézkedések megváltoztatták a lakossági napi aktivitást, és így egy egyedülálló lehetőséget teremtettek, hogy egy, a megszokottól jelentősen eltérő környezetben lehessen kísérleteket végezni.

A mérésekbe a megszokott levegőszennyezőket (NO, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> és PM<sub>10</sub>) mellett az aeroszol részecskeszámot ( $N_{6-100}$ ,  $N_{100-1000}$ ,  $N_{6-1000}$ ) vontuk be a forgalommal együtt. A vizsgált időszak a járvány első hulláma, 2020 első fele volt. Összehasonlításként a 2017–2019 évek megfelelő időszakait használtuk.

A budapesti forgalom a legszigorúbb járványügyi időszakban körülbelül a felére esett. Ezzel párhuzamosan több levegőszennyező anyag koncentrációja is változott. A csökkenés elérte a 68%-ot a NO-, 46%-ot a NO<sub>2</sub>-, 27%-ot a CO-, 24%-ot a teljes aeroszol részecskeszám-koncentráció esetén a referenciaévhez képest.

Ha a forgalomváltozáshoz viszonyítottuk a koncentrációváltozást, akkor 10%-os forgalomcsökkenés mellett körülbelül 6%-os NO<sub>x</sub>, 2%-os CO- és 4%-os teljes aeroszol részecskeszám-koncentráció csökkenést tapasztaltunk. Az O<sub>3</sub> reakciómechanizmusából adódóan nem találtunk kapcsolatot a forgalommal, a PM tömegkoncentrációk pedig csak korlátozottan változtak. Ezeket a tapasztalatokat fel lehet használni forgalomcsillapítás potenciális hatásainak becsléséhez.



1. ábra: Forgalom- és levegőszennyező anyagok napi mintázatai munkanapon és munkaszüneti napon a különböző járványügyi időszakokban



# AEROSZOL RÉSZECSKÉK SZEREPE A FELHŐKÉPZŐDÉSSEN

**Thén Wanda<sup>1</sup>, Vörösmarty Máté<sup>1</sup>, Gyöngyösi András Zénó<sup>2</sup> és Salma Imre<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hevesy György Kémia Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

<sup>2</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet, Budapest

E-mail: thenwanda@gmail.com

A felhők születése és tulajdonságai jelentik a legnagyobb egyedi bizonytalanságot az éghajlati modellekben. A kapcsolódó folyamatokban meghatározó szerepet játszik az aeroszol részecskék egyik csoportja, amelyet felhőkondenzációs magvaknak (CCN) nevezünk. A részecskék higroszkopikus tulajdonságainak meghatározása céljából folyamatos méréseket végeztünk kondenzációs részecskeszámláló, differenciális mobilitás részecskeszámláló és felhőkondenzációs magyszámláló mérőrendszerekkel Budapesten 2019. április 15. és 2020. április 14. között.

A teljes részecskeszám-koncentráció medián értéke  $10,1 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$  volt. A CCN koncentrációja 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,5% és 1,0%-os túltelítettségeken ( $S$ ) rendre a következőeknek bizonyultak: 0,59; 1,09; 1,39; 1,80 és  $2,5 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ . A CCN koncentráció az összes részecske csupán 7–27%-át képviseli. A CCN koncentrációk jelentősen nagyobbak, míg az aktivációs arány értékei szisztematikusan lényegesen kisebbnek bizonyultak, mint a regionális vagy távoli helyeken megfigyelt értékek. A kritikus száraz átmérőket ( $d_{c,eff}$ ) a CCN koncentrációk és a részecskeszám méreteloszlások felhasználásával határoztuk meg. Ezek medián értéke az öt túltelítettségi fokon rendre az alábbiak bizonyultak: 207, 149, 126, 105 and 80 nm; mindegyik átmérő a tipikus részecskeszám méreteloszlás akkumulációs módusának tartományába esik. Ezek gyakoriságának eloszlásában egyetlen csúcs jelent meg, melyek esetén a geometriai szórás értéke  $S$ -el monoton módon nőtt. Ez a kiszélesedés a kis részecskék aktiválódásának időbeli változékonyságát jelzi. A  $d_{c,eff}$  és  $S$  közötti kapcsolat azt jelzi, hogy Budapesten a körülbelül 130 nm átmérőjűnél nagyobb részecskék hasonló higroszkopicitásúak, mint az általános kontinentális aeroszol részecskék, míg a kisebb átmérőjű részecskék kevésbé higroszkopikusak. A CCN koncentrációk és az aktivációs arányok esetében csak igen kismértékű és jellegtelen évszakos változékonyság volt megfigyelhető, de ez is csak a nagyobb  $S$  értékek esetén. A higroszkopicitási paraméterek ( $\kappa$  értékek) a különböző túltelítettségi fokokon rendre az alábbiak: 0,15; 0,10; 0,07; 0,04 és 0,02. Ennek átlagértékei azt sugallják, hogy a nagyobb részecskék jelentősen higroszkopikusabbak, mint a kis részecskék. A városi aeroszokok esetében lényegesen kisebb  $\kappa$  értékeket tapasztaltunk, mint korábbi esetekben tapasztaltak regionális vagy távoli helyeken. Mindezek a jellemzők a városi részecskék sajátos forrásösszetételéhez köthetők.

## Irodalom

Salma, I., Thén, W., Vörösmarty, M., and Gyöngyösi, A. Z.: Cloud activation properties of aerosol particles in a continental Central European urban environment, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 11289–11302, <https://doi.org/10.5194/acp-21-11289-2021>, 2021.

# NYITOTT KAMRÁS FOTOAKUSZTIKUS RENDSZER FEJLESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA AZ AMMÓNIA FÖLDFELSZÍN-LÉGKÖR KÖZTI KICSERÉLŐDÉSÉNEK MÉRÉSÉRE

**Bozóki Zoltán, Horváth László**

Szegedi Tudományegyetem, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Korábbi vizsgálatok alapján feltételezhető, hogy hazai klímafeltételeink mellett is jelentős a talajok nitrogén (ammónia) vesztesége műtrágyázás után. Célunk ennek meghatározása, továbbá, hogy milyen mértékben függ az ammónia kibocsátás a meteorológiai paramétereiktől.

Az ammónia fluxus mezőgazdasági területek feletti mérésének fontos környezeti vonatkozása van. A műtrágyagyártás során megkötött inert nitrogénből reaktív vegyületek képződnek, melyek végül teljes mennyiségben a bioszférába jutnak, környezeti problémákat okozva (savasodás, eutrofizáció, biodiverzitás csökkenés, üvegház hatás, sztratoszferikus ózonbontás, egészségi hatások stb.) A reaktív nitrogénvegyületek fontos forrása a növénytermesztés, mivel az alkalmazott műtrágyák 50-70%-a veszteség formájában a környezetet szennyezi. Ezzel kapcsolatban intenzív vizsgálatok folynak világszerte, melynek legfőbb nehézsége az ammónia koncentrációjának megbízható mérése. A kifejlesztett mérési módszer alkalmas lesz az ammónia koncentrációjának gyors válaszidejű mérésére, ezáltal a műtrágyázott talaj ammónia kibocsátásának mérésére is. A különböző meteorológiai körülmények során mért kibocsátás-értékek és a modellezés lehetővé teszik a klímaváltozás hatásának becslését is, mivel korábbi vizsgálatok alapján az emisszió különösen érzékeny a hőmérséklet-változásra. Választ keresünk arra kérdésre, vajon körülményeink között milyen érzékeny az ammónia emisszió a klímaváltozásra.

Egy idén induló projekt során egy felszín közeli ammóniamérő fotoakusztikus rendszert tervezünk fejleszteni és alkalmazni. A mért levegőminta átszívásra kerül a nyitott kamrán. A nyitott fotoakusztikus kamrát áramlásakusztikai szempontból optimalizáljuk az adott alkalmazáshoz. Standard mérőeszközök és modellszámolások segítségével elvégezzük a kifejlesztett rendszerek laboratóriumi és terepi tesztelését és a mérések minőségbiztosítását. A mérőrendszerrel egy mezőgazdasági területen tervezünk ammónia fluxusméréseket végezni, műtrágyázás után a talaj/növény rendszerből felszabaduló ammónia miatti nitrogénvesztés meghatározásának céljából. A fluxust eddy-kovariancia módszerrel mérjük, a fotoakusztikus rendszer és egy ultrahang anemométer összehangolásával. Teveinkben szerepel a műtrágyához adagolt  $^{15}\text{N}$  stabil izotóp-nyomjelző alkalmazása is. A  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  izotóp diszkriminációs tényező, illetve a frakcionálódási faktorok segítségével próbáljuk megállapítani a talaj ammónia volatilizációjából, illetve a levélzet légzőnyílásain távozó ammónia mennyiségének arányát.

Elvégezzük a talaj és a légkör közti kétirányú ammónia fluxus modellezését is a mérési eredményekkel kalibrált és validált kibocsátási modell segítségével.

## **A COVID-19 HATÁSA A LÉGKÖRI CO<sub>2</sub> FOSSZILIS SZÉN TARTALMÁRA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN**

**Molnár Mihály<sup>1</sup>, Varga Tamás<sup>1,2,3</sup>, László Elemér<sup>1</sup>, Major István<sup>1,3</sup>, Haszpra László<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Atommagkutató Intézet, Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési  
(INTERACT) Központ, Debrecen

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Fizikai tudományok doktori iskola, Debrecen

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., Debrecen

A COVID-19 járvány társadalmi, egészségügyi és gazdasági hatásai rendkívül jelentősek. Joggal merül fel a kérdés, hogy a gazdasági, termelési, szállítási és utazási intenzitás számottevő csökkenése esetleg olyan környezeti problémák/terhelések enyhülését hozhatja, melyek fő forrásai így időszakosan gyengültek.

Egyik érdekes kérdéskör a légköri szén-dioxid szint egyébként aggasztó emelkedésének esetleges lassulása, illetve azon belül is a fosszilis forrásokból származó szén arányának esetleges visszaszorulása lehetne a COVID-19 események hatására. A kozmogén eredetű, természetes radiokarbon (C-14) unikális lehetőséget biztosít a légköri fosszilis szén arány mérésére, mivel a fosszilis szén nem tartalmaz C-14-et, ellentétben a jelenkori, friss biogén szénnel.

Ebben a tanulmányban az elmúlt hét éves (2014-2020) periódust vizsgálva elemezzük a légköri C-14 szint alakulását, annak trendjét, a 2020-as évet az előző hat évhez hasonlítva. Bemutatjuk, hogy látható-e valóban trend-váltás a légköri fosszilis szén terhelés ütemében a COVID-19 hatására. A jelenséget havi légköri átlagmintákon vizsgáljuk, illetve éves faévingyűri sorozatokból mért, biológiailag megkötött szén esetén is bemutatjuk, egy városi (Debrecen) és egy háborítatlan, magastornyos mérőállomás (Hegyhátsál) esetében. A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.4-15-2020-00007 azonosítószámú 'INTERACT' pályázatban. A kutatás az MTA Bolyai Kutatói Ösztöndíj támogatásával készült (Molnár Mihály).

# A PM<sub>2,5</sub> SZÉNTARTALMÚ AEROSZOL LEHETSÉGES FORRÁSAINAK AZONOSÍTÁSA DEBRECENBEN, KOMBINÁLT SZÉNTARTALOM, RADIOKARBON ÉS STABIL SZÉN IZOTÓPOS VIZSGÁLATOK SEGÍTSÉGÉVEL

**Major István<sup>1</sup>, Furu Enikő<sup>2</sup> Varga Tamás<sup>1</sup>, Horváth Anikó<sup>1</sup>, Futó István<sup>1</sup>, Gyökös Brigitta<sup>1</sup>, Somodi Gábor<sup>1</sup>, Lisztes-Szabó Zsuzsa<sup>1</sup>, AJ Timothy Jull<sup>3,4</sup>, Kertész Zsófia<sup>2</sup>  
és Molnár Mihály<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ, ELKH Atommagkutató Intézet, Debrecen, imajor@atomki.hu,

<sup>2</sup> Örökségtudományi Laboratórium, ELKH Atommagkutató Intézet, Debrecen

<sup>3</sup> Földtudományi Tanszék, Arizonai Egyetem, Tucson, Egyesült Államok

<sup>4</sup> AMS Laboratórium, Fizikai Tanszék, Arizonai Egyetem, Tucson, Egyesült Államok

A széntartalmú frakciót is magában foglaló légköri aeroszol számottevő hatással van a környezetünkre, illetve károsan befolyásolja az emberi egészséget. Emiatt az általa okozott levegőszennyezés már jelentős problémává vált az utóbbi évtizedekben a világ számos országában.

Munkánk során 73 db, Debrecenben gyűjtött PM<sub>2,5</sub> frakciójú aeroszol szűrőt dolgoztunk fel, lefedve a 2012 decembere és 2014 júliusa közé eső időszakot. Az egy, illetve két hetes szűrők tömegkoncentráció eredményei mellé meghatároztuk még az OC/EC arány, illetve a havi felbontással a radiokarbon (<sup>14</sup>C) és stabil szén izotóparány ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{vs.VPDB}}$ -ben kifejezve) mennyiségeket, melyeket felhasználtuk a minél jobb forrás beazonosításra szolgáló vizsgálatainkban. Míg a széntartalmú aeroszol havi tömegkoncentrációjának szezonálisában nagy szerepet játszanak a meteorológiai tényezők és a planetáris határréteg magassága, a <sup>14</sup>C és  $\delta^{13}\text{C}$  értékek változásáért főként olyan források a felelősek, mint a modern biológiai emisszió és biomassza égetés, vagy a fosszilis üzemanyagot felhasználó közlekedés.

Eredményeink alapján minden mennyiségre igaz, hogy a hidegebb fűtési időszakokra magasabb értékeket kaptunk, mint a melegebb vegetációs időszakokra. A modern eredetű szén mennyisége a fűtési időszakokra kb. háromszor akkora volt, mint a fűtésmentesben, míg a fosszilis eredetű szén esetében csak egy kétszeres szorzót tapasztaltunk. A modern szén kb. 77%-os jelenléte a fűtési időszakban a fa és biomassza égetés túlsúlyát bizonyítja a kőszén, vagy kőolajégetéssel szemben. Néhány általunk is tesztelt C3 faj  $\delta^{13}\text{C}$  értékét figyelembe véve kijelenthetjük, hogy az akác, a tölgy és a bükk eredetű tűzifa felhasználása jelentős szerepet játszott az aeroszol összes szénre (TC) kapott értékek kialakításában, a hideg időszakokban. A mintavető helyet környező fafajok, illetve a közlekedés, viszont a melegebb hónapokban kaptak nagyobb szerepet, amikor a széntartalmú aeroszol  $\delta^{13}\text{C}$  értékei még negatívabbak voltak. Ezen kívül, a HYSPLIT trajektória model és a FIRMS szabad tűzeseményeket megjelenítő szoftver közös használatával sikerült rávilágítani arra, hogy a mintavételi évek októberi hónapjaiban tapasztalt sokkal kevésbé negatív  $\delta^{13}\text{C}$  értékeiket nagy valószínűséggel a keleti és déli határvidékekhez közeli mezőgazdasági C4-es növények (leginkább kukoricacsutka) szabadföldi égetése okozta.

A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.2.-15-2016-00009 azonosítószámú 'IKER' pályázatban.

## AEROSZOL RADIOKARBON VIZSGÁLATA A PAKSI ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETÉBEN

**Gergely Virág<sup>1\*</sup>, Varga Tamás<sup>1,2,3</sup>, Major István<sup>1,3</sup>, Lencsés András<sup>4</sup>, Bujtás Tibor<sup>4</sup>, A.J.  
Timothy Jull<sup>1,5</sup>, Veres Mihály<sup>3</sup>, Molnár Mihály<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Atommagkutató Intézet, Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési  
(INTERACT) Központ, Debrecen

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Fizikai tudományok doktori iskola, Debrecen

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., Debrecen

<sup>4</sup> PaksI Atomerőmű Zrt., Paks

<sup>5</sup> University of Arizona AMS Laboratory, Tucson, AZ, USA

A Paksi Atomerőmű környezetében az aeroszol gamma sugárzását rutinszerűen vizsgálják, ám a radiokarbon mérés nem része a folyamatos monitoringnak. Ezzel szemben a légnemű kibocsátások gázfázisában folyamatosan ellenőrzik a radiokarbon szintet, mivel a <sup>14</sup>C a normál üzemi lakossági dóziszárulék meghatározó részét adja. Ennek a háttérben az aeroszol <sup>14</sup>C méréstechnikai nehézségei állnak, nemcsak hazánkban, hanem globálisan is. Ebben a témakörben a szakirodalomban sem igazán találhatók tanulmányok. Ezt az úrt kívánjuk pótolni, hogy felmérjük a Paksi Atomerőmű esetében vajon kimutatható-e szignifikáns módon erőművi eredetű többlet <sup>14</sup>C tartalom a környezeti levegő aeroszójában, az erőmű közvetlen közelében.

A 2019. év során minden évszaktól 1-1 hetet vizsgáltunk radiokarbon módszerrel az erőmű körül négy különböző irányban elhelyezkedő légköri állomások esetében. Az egyes évszakokon belül a vizsgálatba bevont heteket úgy választottuk meg, hogy lehetőleg mindegyikhez köthető legyen hulladékvíz kidobási esemény is, továbbá kerültük a karbantartási leállások heteit. Az A1-es kiválasztott légköri állomás az atomerőműtől északra helyezkedik el, félúton a város és az erőmű között. Az A3-as légköri állomás az atomerőműhöz képest keleti irányban helyezkedik el, közel a melegvízes csatornához, ahol az erőmű folyékony hulladékait bocsátják ki. Az A4-es légköri állomás az atomerőműtől délre helyezkedik el, ahol korábbi tanulmányok többlet <sup>14</sup>C jelenlétéről számolnak be a légnemű mintákban. Az A6-os légköri állomás az atomerőműtől nyugatra helyezkedik el, a 6-os számú főúthoz közel, ahol lakóépületek is találhatóak.

Az egyes aeroszol minták radiokarbon vizsgálata során kihasználtuk a gyorsító tömegspektrometria (AMS) adta unikális lehetőséget, ezáltal kis széntartalmú (1-0,2 mg C/minta) aeroszol minták esetén is megbízható <sup>14</sup>C eredményeket kaptunk.

A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.4-15-2020-00007 azonosítószámú 'INTERACT' pályázatban.

A kutatás az MTA Bolyai Kutatói Ösztöndíj támogatásával készült (Molnár Mihály).

## A FEKETE FOSZFOR ISMÉTELT OXIDÁCIÓJA ÉS REDUKCIÓJA

**Bartus Pravda Cora<sup>1</sup>, Juan Gómez-Pérez<sup>1</sup>, Kónya Zoltán<sup>1,2</sup>, Kukovecz Ákos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> SZTE IKK AKKT, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1, Magyarország

<sup>2</sup>MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémi Kutatócsoport, 6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1, Magyarország

A fekete foszfor (BP) termodinamikailag egy stabil allotróp a foszfor vegyületei közül. Hasonló 2D réteges szerkezettel rendelkezik, mint a grafit, rétegeit van der Waals kölcsönhatások tartják össze. Napjainkban széles körben használják kiváló elektromos és fizikai tulajdonságai miatt, többek között szenzorokban és FET típusú tranzistorokban. A BP félvezető tulajdonságokkal rendelkezik, tiltott sáv szélessége hangolható a rétegek számának változtatásával. Grafithez hasonlóan hámlasztásos módszerrel előállíthatók belőle 2D szerkezetű nanoanyagok. Egy vagy néhány réteg vastagságú nanoszerkezeteket többek között folyadék fázisú vagy mechanikus hámlasztás segítségével is előállíthatunk. A BP felülete nagyon érzékeny számos tényezőkre képesek felületi hibák előidézésére, mint például a levegő, víz és fény, ezen felül könnyen oxidálódik, akár a levegő oxigénjének hatására is.

Ezek a változások mind befolyásolhatják a BP előnyös tulajdonságait, emiatt munkánk során célul tűztük ki a redoxi tulajdonságainak tanulmányozását a fekete foszfor rutinszerű alkalmazásának megkönnyítése érdekében.

Kétféle oxidáció játszódhat le: felületi és belső oxidáció. Felületi oxidáció esetén, a felületen lévő O atomok nem oxidálják tovább az alatta levő rétegeket csak a külső rétegben van változás. A belső oxidációnál pedig a BP teljes szerkezetét érintő változás jön létre, amelyet nagyobb energia közléssel pl.: hőkezeléssel tudunk elérni, mert így az O atomok képesek a rétegek közé bejutni.

Munkám során folyadék fázisú hámlasztással állítottam elő nanolapokat, melyeknek stabilitását, oxidációját és redukcióját vizsgáltam Raman és UV-látható spektroszkópia segítségével. Előadásomban bemutatom a felületi oxidációt és annak a szerkezetre gyakorolt hatását, valamint az oxidált BP redukciójának sikerességét, hidrazin hidrát redukálószer hozzáadásával. A felületi oxidáció kevesebb, mint 1 óra alatt játszódik le, és a kialakuló oxid réteg gátolja a további oxidáció létrejöttét. Az ismételt redukció sikerességét a fekete foszforra jellemző  $A^1g$ ,  $A^2g$  csúcsok intenzitás arány változásával igazoltuk.

## FOSZFOGIPSZ: AZ ERŐMŰVI GIPSZ POTENCIÁLIS HELYETTESÍTŐJE, KÖRNYEZETKÉMIAI KIHÍVÁSOKKAL

Hmissi Naoures<sup>1</sup>, Prasetyo Dhimaz Galih<sup>1</sup>, Harman-Tóth Erzsébet<sup>1</sup> és Weiszburg  
Tamás Gábor<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, Budapest,

<sup>2</sup> Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, Kolozsvár

A jelen klímacélok (a globális felmelegedés iparosodás előtti szinthez viszonyított 1.5 °C alatt tartása, Párizsi Egyezmény) nyomán várható a szénerőművek fokozatos kivonása az energiatermelésből. Ez az építőiparban a gipsz iránti megnövekedett keresletet eredményez, hiszen az építőipari nyersanyagigényt jelenleg jórészt az erőművi füstgáz szulfátmegkötéséből származó erőművi gipsz fedezi. A hiány megoldásában segíthet a foszfogipsz, amely a foszfátgyártás mellékterméke (üledékes foszforitból kénsavval nyerik ki a foszforsavat), és évente 200-250 millió tonnás mennyiségben keletkezik. A foszfogipsz egy finomszemcsés, szilárd keverék, fő alkotója a gipsz, de tartalmaz kvarcot, bassanitot, brushitot, részben oldódó malladritot ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), fluoritot ( $\text{CaF}_2$ ), apatitot, agyagásványokat, szerves anyagot és savmaradványokat is.

A foszfogipsz közvetlen felhasználását akadályozza radioaktív elemek, fluorid, potenciálisan toxikus fémek és a foszfor jelenléte. Oldási kísérletek igazolták, hogy a legproblémásabb alkotói a F és a P, ami miatt a foszfogipsz veszélyes hulladéknak minősül. Kutatásunk fő célja a Tunéziában, szárazföldön lerakott foszfogipsz fluortartalmának speciációja volt. Korábbi vizsgálatok szerint ez az anyag 500-1000 ppm vízdoldható fluoridot tartalmaz, a teljes fluoridtartalom ennél egy nagyságrenddel nagyobb (Zmemla et al., 2020). A fő fluortartalmú fázisként a kutatások a fluoritot és a malladritot tartják számon, de a szerves anyag és az agyagásványok is hordozhatnak fluoridot az összetett keverékben.

A foszfogipsz egy egyensúlyban nem levő, komplex keverék, ahol a fluorid jelenléte adszorpcióval is feltételezhető, és ahol a vizes oldás akár új fázisok megjelenéséhez is vezethet. Különböző szeparálási módszereket alkalmaztunk, hogy a fluoridot esetlegesen dúsító fázisokat lehetőleg elkülönítsük: alkalmaztunk száraz és nedves szitálást, mikroszkópos kézi szeparálást. A kioldási kísérlet (EN 12457) során kapott oldat és a szeparált szilárd fázisok fluoridtartalmát is meghatároztuk, hogy nyomon kövessük a fluorid viselkedését. A szilárd fázisok feltárása Ingram (1970) szilikátokra tervezett módszerét alkalmaztuk, a fluoridtartalmat ionszelektív elektróddal határoztuk meg.

Röntgen-diffrakciós és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálataink rámutattak, hogy a foszfogipszben a malladrit és az alárendelt fluorit mellett a fő fluoridhordozó kristályos fázis a meniaylovit  $\text{Ca}_4[(\text{SO}_4)(\text{SiF}_6)(\text{AlF}_6)]\text{F} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . A foszfogipsszel foglalkozó társadalom kissé megfélekedett e köbös fázisról, jóllehet egy 1937-es brit foszforsavtisztítási szabadalom írta le először. A meniaylovitot, szervesanyagot, agyagásványt (15 Å-ös, diffúz reflexió alapján) koncentráció mintá, valamint tiszta gipsz fluoridtartalmát határoztuk meg. A teljes minta fluoridtartalma 14 700 ppm, a vízdoldható fluorid 1600 ppm. A szervesanyag dús koncentráció fluoridtartalma 25 000-26 000 ppm, az oldási kísérlet után válogatott szemcséké 21 000 ppm, azaz a szerves anyaggal dúsul a fluorid, és ennek 20%-a vízdoldható. Az agyagtartalmú minta fluoridtartalma 11 600 ppm, a meniaylovitot több százalékban tartalmazó mintáé 28 300 ppm, míg a tiszta gipszé 4800 ppm.

A tunéziai foszfogipsz egy része közvetlen tengeri lerakásra kerül. Itt a szervesanyagban dús rész habként különválik, dúsítva a radioaktív elemeket és a fluoridot is. A savas pH-jú keverék fázisai a lúgos tengeri környezetben oldódhatnak, és az új környezetben stabil fázisok képződhetnek. Erre utal az is, hogy a tunéziai Gabes-öböl üledékeiben a fluoridkoncentráció már inkább fluorit jelenlétéhez köthető (Ben Amor et al., 2018).

## TÉGLAGYÁRTÁS FLUORIDEMISSZIÓJÁNAK ÁSVÁNYTANI HÁTTERE: EGY MAGYARORSZÁGI ESETTANULMÁNY

Weiszborg Tamás Gábor <sup>1,2</sup>, Harman-Tóth Erzsébet <sup>1</sup>, Kovács Máté <sup>1</sup> és Schimek Éva <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, Budapest

<sup>2</sup> Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, Kolozsvár

A túlzott fluoridbevitel káros az élőlények, így az ember számára is, hiszen fluorózishoz vezet. A túlzott fluoridbevitel többnyire folyadékkal történik, a természetes fluoridfelhalmozódás forrása pedig a geológiai környezet, elsősorban a vulkanizmushoz kötődően. A mesterséges fluoridúsulás első sorban nagy volumenű, apatitot, fluoritot és kriolitot feldolgozó ipari folyamatokhoz köthető. Az agyagásványok (kerámiaipar) szerepét e tekintetben alábecsülik, hiszen az agyag égetése során bizonyítottan keletkező fluorit (laboratóriumi) bomlási hőmérséklete jóval magasabb (1360 °C), mint a jellemző ipari égetési hőmérséklet (850–900 °C). A fluoridemisszió ennek ellenére téglagyártás során is mérhető, még Magyarországon is: egy téglagyárunk fluoridemissziója meghaladta a téglagyártásra vonatkozó hatértéket (10 mg/m<sup>3</sup> HF; 4/2011. (I. 14.) VM rendelet), így fluoridleválasztó berendezést kellett alkalmazni.

Kutatásunk során a nyersanyag vizsgálata mellett egy alagútkemencés kísérlettel modelleztük az égetés során lezajló folyamatokat. A nyersanyag a Közép- és Észak-Magyarországon jellemző, felső-oligocén Kiscelli Agyag Formáció, amelyet több téglagyár is használ alapanyagként, de csak egy helyen okoz fluoridemissziós problémát. Az agyag átlagos fluoridtartalma 440±50 ppm, de az észak-magyarországi problémás lelőhelyen a sötét agyag 840 ppm, a sárga agyag 430 ppm fluoridot tartalmazott. A fluoridkoncentráció nő a csökkenő szemcsemérettel: 990±50 ppm a <10 µm alatti frakcióban és 1480±50 ppm a <1 µm frakcióban, megerősítve, hogy az agyagásványok koncentrálnak a fluoridot. A nyersanyag agyagásványai a klorit és az illit, emellett a karbonátok közül kalcit és dolomit van jelen potenciális fluoridmegkötő szereppel, kvarc és földpát mellett. Az alagútkemencés kísérletet a hároméves karbantartási leálláskor végeztük el. A hűlő kemencén elindított kísérleti téglasor mindegyike egyre alacsonyabb (regisztrált) fűtési maximumhőmérsékletet ért el, így a téglák fluoridtartalmát a fűtés hőfokának függvényében is meg tudtuk határozni. A téglaminták Ingram (1970) módszerével lettek feltárva, fluoridtartalmukat ion-szelektív elektróddal határoztuk meg.

Eredményeink a következőket mutatják. Az égetetlen téglák és a kiégetett változat közt 150 ppm különbség van a fluoridtartalomban. A kezdő 750 ppm-es érték után a fluoridtartalom kb. 510 °C-ig nő, mivel a téglák előmelegítéséhez használt füstgáz fluoridtartalmából a téglák kalcitjának rovására fluorit keletkezik. A második lépésben a klorit dehidroxilációja révén megtörténik az első fluoridemisszió (550 °C környékén), így a téglák fluoridtartalma csökken. A harmadik lépcsőben újra nő a fluoridtartalom, hiszen a kalcit és a dolomit bomlásával felszabaduló Ca ismét fluoridot köt meg. A fluoridtartalom 720 °C környékén, az illit dehidroxilációjával újra csökkenésnek indul, itt történik a második fluoridemisszió. Az ötödik fázisban a téglák fluoridtartalma 1400 ppm-es maximumig nő, a bomló kalcit Ca-jának fluoridmegkötése révén. Az utolsó fázisban, a fluorit bomlásával (harmadik fluoridemisszió) a téglák fluoridtartalma meredeken csökken, 600 ppm záró értékig. Mindkét agyagásvány, a klorit és az illit is hozzájárul a téglák fluoridemissziójához az égetés során. A fluoridúsulás az adott lelőhelyen feltehetőleg vulkáni hatáshoz köthető. A nyersanyag karbonáttartalma időlegesen mind az agyagásványokból származó, mind a téglák előmelegítésére használt füstgázból érkező fluoridot megköti. A fluorit bomlása a már 800 °C körül, a maximum felfűtési hőmérséklet közelében megkezdődik. Az agyag karbonáttartalma a téglák 375 °C-on mért fluoridtartalmának (750 ppm) 80%-át (600 ppm) megköti.



# PEROVSKITEK MECHANOKÉMIAI ELŐÁLLÍTÁSA ÉS VIZSGÁLATA

Kozma Gábor <sup>1</sup>, Berkesi Dániel <sup>1</sup>, Lipták Kata <sup>1</sup>, Kukovecz Ákos <sup>1</sup>, Kónya Zoltán <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> SZTE, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, 6720, Szeged, Rerrich Béla tér 1.

<sup>2</sup> MTA, Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport, 6720, Szeged, Rerrich Béla tér 1.

A perovszkit-szerkezetű anyagok családjába számos különböző összetételű vegyület tartozik, melyek szubsztitúcióval és adalékolással még változatosabbá tehetők. Ezek tulajdonságai rendkívül széleskörű alkalmazást tesznek lehetővé, leginkább az elektronikai iparban, üzemanyagcella fejlesztéseknél és katalitikus folyamatoknál. Az összes általános kerámia-előállítási módszer alkalmas perovszkitek szintézisére is. Az eljárás módja nagyon fontos szerepet játszik a termék kémiai és fizikai tulajdonságainak kialakításában. A nagy energiájú őrlések hatására az anyag folytonos keverése biztosított, illetve az aprózódás miatt új kontaktfelületek jönnek létre. Ennek köszönhetően lecsökken a diffúzióút, így a rendszer nem igényel külső fűtést. A folyamat során vagy nagy diszperzitású anyagok képződnek, tipikusan fémporok, vagy oxid alapú anyagok (mechanikai aktiváció), vagy szilárd fázisú reakcióban új termékek alakulnak ki (mechanokémiai szintézis). A módszer egyik jellemzője, hogy a termék nagy hibasűrűségű lesz.

Munkánk során célul tűztük ki a mechanokémiai perovszkit szintézis megvalósítását, valamint az őrlés során használt energiák számszerűsítését, és a két folyamat közti összefüggések feltárását. Ehhez egy bolygó golyósmalmot és a BaO TiO<sub>2</sub>-dal való reakcióját használtuk fel. A kísérletek során a BaO és a TiO<sub>2</sub> bemért mennyiségeit nem változtattuk. Az energiaértékek számításához három fontos paramétert vettünk figyelembe: az őrlőedények és őrlőgolyók anyagi minőségét, az őrlés sebességét, vagyis az őrlőtégely fordulatszámát, illetve az alkalmazott golyók számát. Ezeknek a tényezőknek a szisztematikus változtatásával egy paraméter teret alakítottunk ki, és a kísérleteinket ezen belül végeztük el. Az átalakulást röntgendiffrakciós (XRD) méréssel követtük nyomon, valamint az alkalmazott energiákat a Burgio-Rojac energiamodellel határoztuk meg. Célunk volt, hogy ebből a két megközelítésből olyan következtetéseket tudjunk levonni, amelyek a későbbiekben más perovszkit szerkezetű anyagok előállításánál fel tudják gyorsítani az optimális őrlési paraméterek megválasztását. Ezért a BaTiO<sub>3</sub>-ra vonatkozó vizsgálatok után a cink-titanát (ZnTiO<sub>3</sub>) előállításával ellenőriztük eredményeinket.

"Az előadás a Magyar Tudományos Akadémia, BO/00835/19/7 számú Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-5-SZTE-547 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült."

## A SIMONA ÜLEDÉKVIZSGÁLÓ PROJEKT EREDMÉNYEI

**Mörtil Mária és Székács András**

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Agrár-környezettudományi Kutatóközpont, Budapest

A „Üledékminőségi információs, monitorozási és értékelési rendszer nemzetközi együttműködés elősegítésére a közös Duna-menti vízkezelési gyakorlat érdekében” című SIMONA projekt (DTP2-093-2.1, <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/simona>) keretében a Dráva vízgyűjtő térségének egyik teszterületén (Barcs) végzett, 2020-2021. évi vizsgálataink előzetes eredményeit ismertetjük. A monitorozási eljárás kidolgozása során összehasonlítottuk a diszk és a por (POCIS) alapú passzív mintavételi eljárásokat. A megkötött hatóanyagok mennyisége hasonló volt, de néhány esetben a port tartó membrán kiszakadt, így a diszk használata mellett döntöttünk. A lebegő üledékminták meghatározásához havi rendszerességgel 30 liter vízmintát (pontminta) gyűjtöttünk, a hosszútávú gyűjtésre egy szabvány „*sediment box*” szolgált. Egy esetben sikerült lebegő üledéket gyűjteni az ártérbe kihelyezett doboz segítségével. A monitorozás során szenzorokkal folyamatosan mértük a vízhőmérsékletet, a turbiditást, az oldott oxigén mennyiségét és a pH értékét.

A SIMONA mintavételi protokollban szereplő, a rendszeres monitorozásba foglalt diszk alapú passzív mintavevők (Chelating, HLB, C18) fémek, növényvédő szerek és a PAH-vegyületek gyűjtésére szolgáltak, valamint egy *glyphosate* passzív mintavevőt (POCIS) is alkalmaztunk. A mérési eredmények a kiértékelés jelenlegi fázisában a teljes diszk által begyűjtött szennyezők mennyiségére vonatkoznak, ezeknek a folyadékfázisra vonatkozó abszolút koncentrációkra történő kalibrációja folyamatban van. Az előzetes eredmények szerint a mezőgazdasági munkákat megelőzően a *bentazon*, *diuron* és a *DEET* voltak a kimutatási határhoz közeli koncentrációjú háttérszennyezők. Később a *terbuthylazine*, *metolachlor* és a *tebuconazol* koncentrációja emelkedett jelentősen, illetve június folyamán megjelent a fenoxialkán-savak közül a *2,4-D* és a *mecoprop*. A legnagyobb koncentrációt (1140 ng/minta) a klóracetamid típusú *metolachlor* gyomirtószer-hatóanyagra mértük májusban, míg a triazinokhoz tartozó *terbuthylazine* 439 és 83,2 ng/minta koncentrációban volt jelen a májusi, illetve a júniusi mintázásban.

A 18 PAH-célvegyületből négy (acenaftilén, benzo(a)pirén, indeno(1,2,3-cd)pirén, dibenzo(a,h)antracén) a kimutatási határ alatt volt, az antracén a májusi mintában nem volt detektálható, míg a többi vegyületet 0,312 és 35,0 ng/minta mennyiségben volt mérhető. A májusi mintára mért összes PAH mintegy kétszer annyi volt, mint a júniusi.

A *glyphosate*-szelektív POCIS mintavevő májusban 5,5 ng *glyphosate* hatóanyagot és 126,5 ng AMPA metabolitot gyűjtött, míg júniusban 21,8 és 353,5 ng volt mérhető.

A helyszínen a hordóba gyűjtött pontminta kevés üledéket tartalmazott, ami jelentősen korlátozta az analitikai mérés megbízhatóságát. Ezzel szemben a doboz terelőlemezeinek segítségével összegyűjtötte és részben szeparálta a lebegő üledéket, miáltal jelentős mintamennyiség analízisére nyílt mód.

A munkát a DTP2-093-2.1 SIMONA projekt (2018-2021) támogatta.

## RNS-INTERFERENCIÁN ALAPULÓ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK MIK A KÖRNYEZETI KOCKÁZATOK?

Székács András

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Agrár-környezettudományi Kutatóközpont, Budapest

Az RNS-interferencia (RNSi) az ún. RNS-csendesítési útvonalak egyike, az az élettani folyamat az eukarióta sejtekben, amelyben kettős szálú RNS-molekulák (dsRNS) olyan biokémiai mechanizmust indítanak be, amely a későbbiekben az olyan RNS-szakaszokat csendesíti, melyeknek szekvenciája megfelelő a kiinduló dsRNS bázissorrendjének [1]. A folyamat tehát RNS-szintű sejtválasz. A dsRNS-molekulák jelenléte immunológiai ismereteink szerint leginkább külső ágensekre, például vírusfertőzésre vezethetők vissza, és a folyamat révén a sejt megakadályozza ezen idegen RNS-ágensek kifejeződését – vagyis a vírus patogénaktivitását. Hozzá kell azonban tenni, hogy specifikus endogén dsRNS-molekulákat saját RNS-csendesítési folyamatokhoz is termelünk.

Az RNSi felfedezése – alap kutatási jelentőségén túl – a gyakorlati alkalmazás számos lehetőségét teremtette meg, különösen miután felismerték, hogy bizonyos szekvenciák beépítésével célzott RNS-csendesítés érhető el. Egy sor gyógyászati alkalmazás fejlesztése beindult, az antivirális terápiáktól a tumorképződés elleni géncsendesítésig [2]. Ehhez hasonló fejlesztések kezdődtek a mezőgazdasági alkalmazások terén is, részint géntechnológiai úton módosított (GM) növények kialakításával, részint pedig a dsRNS-molekulák kipermetezhető növényvédő szerként történő alkalmazásával. A GM-növények genomját úgy alakítják át, hogy a növény célzott RNS-csendesítést beindító dsRNS-t termeljen. Ezen GM-növények környezeti kockázatelemzését az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) már megkezdte [3]. A szabad dsRNS-molekulák kipermetezhető ágensként történő alkalmazása egyelőre még nem érte el azt a fejlettségi szintet, hogy képviselőik gyakorlati alkalmazásához környezeti kockázatelemzés alapján szabályozott termék engedélyezésére került volna sor, ám a technológiafejlesztés hatalmas ütemben halad, s a fejlesztők a termékek piacra jutását tervezve már az engedélyezéshez szükséges biztonsági feltételek megfogalmazását sürgetik.

A megfelelő szabályozás igénye számos – nehezen megválaszolható – kérdést felvet [4]. Mennyiben tekinthetők az említett növényvédelmi célú oligo-ribonukleotidok ún. egyszerű kémiai vegyületeknek? Mennyiben vonatkoznak rájuk a kémiai növényvédő szerekre vonatkozó engedélyezési előírások? Ugyanazon környezetbiztonsági előírások vonatkoznak e vegyületekre is, mint az eddig ismert kémiai peszticidekre? Vannak-e olyan további környezet- és élelmiszerbiztonsági előírások, amelyek e dsRNS-molekulákkal kapcsolatban felmerülnek? Milyen kockázatelemzést igényelnek az önmagukban meglehetősen bomlékony dsRNS-ek stabilizálására alkalmazott – adott esetben titkosított – formázási technikák? Minthogy a kipermetezhető dsRNS-ek használatához nem szükséges GM-növényeket alkalmazni, ezt a technológiát mezőgazdasági géntechnológiának kell-e tekinteni, vagy sem?

Ez a technológia újabb példa arra, milyen lassan kullog a környezeti kockázatelemzés az egyre felgyorsultabb ütemű fejlesztés nyomában. Hogyan lehet egy nyílt géntechnológiai alkalmazás lehetséges mellékhatásait a tényleges kijuttatást megelőzően kellő pontossággal felmérni? Vagy itt is az a forgatókönyv, hogy a technológiát engedélyezik, s majd csak az – adott esetben kiterjedt – alkalmazás után derülnek ki a mellékhatások? Úgy tűnik, az Európai Unióban ez egy újabb eset, amikor az elővigyázatosság elvét szükséges alkalmazni.

[1] Fire *et al.* *Nature*, **391**: 806–811 (1998).

[2] Fuchs *et al.* *Curr. Mol. Med.*, **4** (5): 507–517 (2004).

[3] Papadopoulou *et al.* *Front. Plant Sci.*, **11**: 445 (2020).

[4] Székács *et al.* *Front. Plant Sci.*, **12**: 714116 (2021).

# POSZT-HARVESZT FUNGICIDEK ELŐFORDULÁSA A CITRUSFÉLÉKEN ÉS ENNEK ÉLELMISZER-EGÉSZSÉGÜGYI VONATKOZÁSAI

**Buzás Anna, Lányi Katalin**

Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék

A betakarítástól a fogyasztásig történő időszak alatti penészesedést megakadályozandó a déligyümölcsök tárolhatóságát gombaölő szerekkel javítják. Egyrésztől fogyasztói elvárás a szép, hosszan eltartható gyümölcs, másrésztől a penészesedés miatt esetlegesen képződő mikotoxinok humánegészségügyi kockázatot jelentenek. A citrusféléken leggyakrabban használt fungicid szerek az imazalil, a tiabendazol és a prokloráz. A kutatás során egy kérdőív segítségével előzetesen vizsgáltuk a fogyasztói szokásokat, a fogyasztók tájékozottságát ezen vegyületek veszélyességével, illetve a gyümölcsökről való eltávolíthatóságukkal kapcsolatosan. A laboratóriumi kutatásunk során pedig LC-MS/MS módszerrel mértük az imazalil, tiabendazol és prokloráz mennyiségét citrusfélékben. Vizsgáltuk a kereskedelmi forgalomban kapható különböző gyümölcsöket a három vegyületre és a kérdőívek eredményei alapján laboratóriumi kísérletben kipróbáltuk a legnépszerűbbnek tűnő héj-tisztítási módszerek hatékonyságát az említett három vegyület eltávolítására a gyümölcstről.

Kérdőív eredményei: A válaszadók nagyrészt bevásárlóközpontokban, hipermarketben, szupermarketben szerzik be a gyümölcsöket. A válaszadók nagy része felhasználja a citromhéjat, pontosabban lereszeli, például süteményekbe. Ugyanakkor külön csomagolt citromhéjat a válaszadók 70,56%-a egyáltalán nem vásárol, tehát az előbbi csoport tagjai, ha nem „bio” jelzést vásárolnak, rendszeresen kezelt gyümölcs héját használják fel. De nem csak a sütemények lehetnek expozíciós források, gyakori a hideg vagy meleg italokba karikázott gyümölcs és a salátákban is sokan használják így a gyümölcsöket. A kérdőívet kitöltők 95,5%-a hallott már ezekről a növényvédőszerkekről, azonban az információ forrása általában ismerős, rokon, nem szakforrás. A kérdőív válaszaiból kiderül, hogy sokan, a kitöltők 40,21%-a azért nem figyel gyümölcsvásárlásnál arra, hogy felületkezelt-e a termék, mert nem is tudja hol kellene keresnie ezeket a jelzéseket.

A mosási kísérletek eredményei: Az imazalillal kezelt citrom esetében egyedül a 10 másodpercig tartó mosogatószeres vízben mosás, majd szivaccsal dörzsölés eredményei szignifikánsak. Ugyanakkor minden mintánál tapasztaltunk valamekkora csökkenést, amik egymáshoz képest lehetnek „hatékonyak” vagy „nem hatékonyak”. A teljes szennyeződést egyik mosás sem volt képes eltüntetni. Imazalillal kezelt mandarin esetében a mosási kísérletek közül több is szignifikáns eredményt hozott: a hideg vizes áztatás, a mosogatószeres vízben való áztatás és az almaecetben való áztatások voltak. Prokloráz esetében citromon egyik mosás sem okozott szignifikáns tisztulást. Tiabendazolt a citromról szignifikánsan csökkenteni lehet a mosogatószeres vízben mosással 10 másodpercig, szivaccsal dörzsölve. Mandarinról a tiabendazolt a sima hideg vizes lemosás is megfelelően csökkentette. Biogyümölcsként árult termékeken is találtunk imazalilt, banánon komolyabb, citromon és narancson alacsonyabb mennyiségben, de ezek az értékek messze a felnőttekre megállapított MRL értékek alatt vannak. Eredményeink alapján a tisztítási eljárások közül teljes tisztaságot egyik sem biztosít, és egy tisztítási módszer kémiai hatékonysága sincs arányban a népszerűségével.

# SZABAD TÉREN ÁRUSÍTOTT GYÜMÖLCSÖK POLIAROMÁS SZÉNHIIDROGÉN SZENNYEZETTSÉGE

**Lányi Katalin, James McConville és Diriczi Tekla**

Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiéniai Tanszék

A nagyvárosok rossz levegőminősége számos módon befolyásolhatja az ott lakók egészségét. A közvetlen negatív hatásokon túl – amit a belélegzés útján szenvedünk el – esetenként számottevő lehet az a veszély is, amit a nagyvárosok, szennyezett levegőjű térségek szabad területein árusított – vagy akár fogyasztott – élelmiszerekre kiülepedő szennyezőanyagok jelenthetnek. A csapadékkal, ülepedő porral, vagy közvetlen adszorpció útján a gyümölcsök felületére kerülő szennyezőanyagok közül az apolárosak kifejezetten jól megkötődhetnek ott, a gyümölcshéjakat borító viaszrétegen. És míg a makroszkopikus szennyezések egy jó része általában jól eltávolítható egy egyszerű vizes mosással, addig ezeknek a megkötött szennyeződéseknek a sorsa nem ilyen jól tisztázott.

A poliaromás szénhidrogének (PAH-ok) az apoláros szerves szennyezőanyagok egy nagy és fontos köre, számos tagjuk rákkeltő hatású. A nagyvárosi levegőben sajnálatosan gyakran előfordulnak, a nem megfelelően beállított belsőégésű motorok, vagy fűtőberendezések használata nyomán.

Kutatásunk során egyrészt azt vizsgáltuk, hogy az eltérő jellegű gyümölcshéj (őszibarack – nektarin) hatással van-e a gyümölcsön megkötődő PAH-ok mennyiségére, másrészt azt, hogy egy általánosabban elérhető gyümölcs (alma) esetében az ország különböző pontjain vásárolt gyümölcsökön mérhető PAH szennyezettség összefüggésben van-e a nyilvánosan elérhető levegőminőségi adatokkal? Az alap kérdésen túl mindkét esetben vizsgáltuk azt is, hogy a kül- illetve beltéren árusított gyümölcsök PAH-szennyezettsége között érzékelhető-e különbség, illetve, hogy az egyszerű, hideg csapvízzel történő mosás eredményez-e érdemi változást a PAH-ok tekintetében?

A laboratóriumi vizsgálataink során fluoreszcens HPLC-s módszerrel mértük a benzo[a]pirén, a benz[a]antracén, a benzo[b]fluorantén, a krizén (EU-PAH4), illetve a fluorantén és a dibenz[a,h]antracén mennyiségét a különböző időpontokban és helyekről beszerzett gyümölcsökön, egy kis mértékben módosított QuEChERS mintaelőkészítést követően.

Nem meglepő módon a beltéren árusított gyümölcsökön mérhető PAH szennyezettség mindig alacsonyabb volt, mind a kültéren árusítottakon mérhető. Ugyanakkor a belső térben (pl. boltban) árusított gyümölcsök sem voltak annyira PAH-mentesek, mint azt feltételeztük volna. A forgalmasabb kültéri helyeken vásárolt gyümölcsök PAH tartalma általánosságban magasabb volt, mint a kevésbé forgalmas helyről származóké, de ezen a téren akadtak érdekes kivételek. A nyilvánosan elérhető levegőminőség adatok közül a finom szálló por (PM<sub>2,5</sub> és PM<sub>10</sub>) adatokkal nem túl erős, de jól érzékelhető összefüggést találtunk. Vizsgálataink szerint a gyümölcshéj milyensége jelentősen befolyásolta a PAH-ok megkötődését (őszibarack-nektarin viszonylat), a folyó csapvizes mosás pedig a legtöbb esetben érdemi módon csökkentette a PAH szennyezettséget. Ez utóbbiból arra következtethetünk, hogy a PAH szennyezettség egy jelentős része a vízzel könnyen eltávolítható felületi por útján kerül a gyümölcsre, nem pedig erősebb, közvetlen adszorpció útján.

## MÉZEK RADIOKARBON ALAPÚ KORMEGHATÁROZÁSA

**Varga Tamás<sup>1</sup>, Sajtos Zsófi<sup>2</sup>, Gajdos Zita<sup>2</sup>, Burik Petra<sup>2</sup>, Csontos Máté<sup>2</sup>, Lisztes-Szabó Zsuzsa<sup>1</sup>, Timothy A.J. Jull<sup>1,3</sup>, Molnár Mihály<sup>1</sup>, Baranyai Edina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Atommagkutató Intézet, Debrecen,

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Budapest

<sup>3</sup>University of Arizona, Tucson

A tapasztalatokon alapuló megfigyeléseken túl, számos tanulmány foglalkozik a méz, mint élelmiszer vagy mint gyógyhatású anyag jótékony hatásaival és eltarthatóságával. Ezért napjainkban is nemzetközi szinten erősen kutatott téma a mézek eredetének és összetételének vizsgálata.

A szén stabilizotóp-arány vizsgálatok már rutinszerűen alkalmazott módszernek számítanak napjainkban a mézek hamisításvizsgálatánál. A szén mellett más stabilizotóp-arányok vizsgálata, mint a nitrogén, kén, stroncium pedig a botanikai és geográfiai eredetről adhatnak információt. A stabilizotópok mellett a radioaktívan bomló radiokarbon (<sup>14</sup>C) vizsgálatával pedig feltehetőleg a mézek koráról kaphatunk információt. Hasonló jellegű, <sup>14</sup>C alapú vizsgálatokat fellelhetők a szakirodalomban whisky és bor széntartalmának izotópanalitikai vizsgálatával kapcsolatban.

Az 1950-es évekig visszanyúló mézgyűjtemény segítségével sikerült kimutatni, hogy az akácmézek alkalmasak lehetnek radiokarbon alapú kormeghatározásra. Habár a mézek ára a korokkal nem növekszik, számos más területen hasznos információt hordozhat a méz kora és egyéb paraméterei együtt vizsgálva, például paleobotanikai, régészeti kutatásokban. Továbbá elemanalitikai vizsgálatokkal kiegészítve akár környezetmonitoring vizsgálatokban is alkalmazható lehet.

Az akácmézek mellett a repce, napraforgó és egyéb szántóföldi vagy erdei mézek radiokarbon vizsgálatainak eredményei azt mutatják, hogy ezen típusú mézek közül nem mind alkalmas radiokarbon kormeghatározásra. Az eredmények egyes esetben nagyfokú eltérést mutatnak, az azonos év légköri C-14 koncentrációjához képest, amivel az adott évben, fotoszintetikus úton termelt szervesanyagoknak egyeznie kellene. Az eltérésnek számos oka lehet, a méz szennyezésén túl akár biokémiai magyarázata is lehet a különbségeknek. A legvalószínűbb az, hogy a mézbe valamilyen úton talajeredetű széntartalmú komponensek juthatnak be, amelyek kora igen változó lehet, így okozva eltérést a kalibrációs görbeként használt <sup>14</sup>C bomba-csúcsához képest.

# HUMUSZANYAGOK ANTIOXIDÁNS TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA CUPRAC MÓDSZERREL, SAJÁT FÉNYELNYELÉS KORREKCIÓ FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

**Csicsor Attila<sup>1,2</sup>, Tombác Etelka<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Szegedi Tudomány Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola

<sup>2</sup>Hymato Products Kft., 8225 Szentkirályszabadja, Kossuth u 33.

<sup>3</sup>Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ, Pannon Egyetem

A humuszanyagok természetes anyagok, amelyek folyamatosan keletkeznek növényi anyagokból az ún. humifikációs folyamat során. Új kutatások szerint a humuszanyagok sok más hasznos tulajdonságukon felül rendelkeznek antioxidáns tulajdonságokkal is.

A humuszanyagok több frakcióra bonthatók, a frakciók molekuláinak mérete és hidrofilitása alapján. Az oldódási tulajdonságok szerint a szakirodalom három fő humuszanyag frakciót különböztet meg: a csak lúgos oldatokban oldódó huminsavat (HA), a vízben pH-tól függetlenül oldódó fulvosavat (FA) és az etanolban oldódó himatomelánsavat (HY). Ezen frakciók színes anyagok (sötét barna a HA, sárgás-barna a FA, és világos barna a HY), így van saját fényelnyelésük, amit figyelembe kell venni a színes komplexek spektrofotometriás mérésén alapuló antioxidáns meghatározások során.

Az antioxidáns oxidációgátló, tágabb értelemben oxidációt késleltető anyag. Az oxidációt gátló hatást antioxidáns kapacitás mérő módszerekkel lehet mérni. Ezeket a módszereket alapvetően kettő csoportba oszthatjuk az elektronátmenettel járó és a hidrogén átmeneten alapuló módszerekre. A kapott eredményeknek viszont nem kell szükségszerűen egymással korrelálni, hiszen egy minta redukálóképessége nem feltétlen függ össze a gyökfogó képességével.

Jelen munkámban a CUPRAC illetve módosított-CUPRAC módszerrel <sup>[1]</sup> (a réz(II)ion redukálása antioxidáns vegyülettel) vizsgáltam az általam kivont frakciók antioxidáns tulajdonságait. A módszerek lényege, hogy a Cu(II)-neocuproine komplexet ami kék színű, redukáljuk antioxidáns vegyülettel Cu(I)-neocuproine komplexre, amely sárga színű és a színváltozás mértékét követjük nyomon abszorbancia méréssel, amit a minták koncentrációfüggő saját fényelnyelésével korrigáltam. A mért abszorbancia értékekből kiszámolható az adott minta antioxidáns kapacitása egy referencia molekulához képest. A vizsgálataim során Gallusz savra vonatkoztattam (GAE) az értékeket.

Az eredményekből látszik, hogy a különböző humuszanyagfrakciók saját fényelnyelése nagymértékben befolyásolja a látszólagos antioxidáns kapacitás értékeket. Ezért, ha a saját fényelnyelésükkel korrigáljuk a mért abszorbancia értékeket, akkor egy alacsonyabb kapacitás, de még így is jelentős antioxidáns hatás adható meg. A két módszer különbözősége miatt eltérőek az eredmények, de megegyeznek a szakirodalmi adatokkal <sup>[1]</sup>

Minta neve	GAE (C) [μmol GA/g]	korr. GAE (C) [μmol GA/g]	GAE (m-C) [μmol GA/g]	korr. GAE (m-C) [μmol GA/g]
HA	2,8	1,9	26,9	26,3
FA	1,7	1,4	22,4	20,5
HY	3,2	2,7	41,0	39,1

Különböző humuszanyagfrakciók GAE értékei CUPRAC és módosított CUPRAC módszerrel mérve.

[1] Ş. Karadirek, N. Kanmaz, Z. Balta et al. Determination of total antioxidant capacity of humic acids using CUPRAC, Folin-Ciocalteu, noble metal nanoparticle- and solid-liquid extraction-based methods; Talanta, 2016

# EFFECTS OF SILOXANES AND HYDROGEN SULPHIDE ON BIOGAS ENGINES AT LANDFILLS AND WASTEWATER TREATMENT PLANTS

**Amir Khaidi<sup>1</sup>, Erzsébet Harman-Tóth<sup>1</sup>, Imre Gönczi<sup>2</sup>, Tamás Mireisz<sup>3</sup>, Tamás Kővári<sup>3</sup> and Tamás G. Weiszbürg<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup> Dept. of Mineralogy, Eötvös Loránd University, Budapest

<sup>2</sup> NRG Group, Kecskemét

<sup>3</sup> Budapest Waterworks, Budapest

<sup>4</sup> Department of Environmental Sciences, Sapientia Hungarian University of Transylvania, Cluj-Napoca

The main technological challenge of utilizing biogas as a source of energy is the solid deposition inside the gas engines reaching thickness over the mm range, causing engine damage and increased maintenance needs. The problem is rooted in the impurities inside biogas, namely siloxanes and hydrogen sulphide. Despite of pre-treatment technologies implemented for biogas cleaning, the problem returns and puts the management of biogas facility in bind. Furthermore, investment on biogas cleaning technology might decrease the periodic removal of the deposits, but the total costs of biogas facility operation may increase.

This research focuses on investigation of the solid materials formation and transport inside the engine system. Deposits were found on different engine parts: compression input tract, intercooler, combustion chamber and heat exchanger, the solids were characterized and identified.

We sampled engine deposits formed from biogas generated with different processes: urban waste landfill (UWL) and wastewater treatment (WWT). The study areas include two landfills: Pusztazámor Regional Landfill and FCC Environment Waste Management Centre Gyál, and three wastewater facilities: South-Pest Wastewater Treatment Plant, Budapest Central Wastewater Treatment Plant and North-Pest Wastewater Treatment Plant. The used lubrication oil also was collected for investigation of the eventual contamination by the depositing solids.

In the UWL combustion chambers deposition of crystalline phases (anhydrite – Ca[SO<sub>4</sub>]; cristobalite & quartz – SiO<sub>2</sub> polymorphs; minor calcite – CaCO<sub>3</sub>) beside the dominant Ca-silicate glass could be observed. In the WWT combustion chambers deposition of only anhydrite was observed. The oxidation of H<sub>2</sub>S contributed to the formation of anhydrite. The decomposition of siloxanes during biogas combustion led to the formation of silica deposits, part of which is supposed to have melted together with anhydrite to form Ca-silicate glass. Evidently, calcium, coming from a yet unidentified source (biogas, particles transported by air, lubrication oil?), plays an important role in the formation of anhydrite at both locations.

The possibility of deposit transport is proven by the presence of anhydrite and silicate in the used lubrication oil. Anhydrite was also found inside the exhaust gas heat exchanger together with hydronium-jarosite (H<sub>3</sub>O)Fe<sup>3+</sup><sub>3</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub> that forms from the corrosion of iron by the excess SO<sub>x</sub> in the exhaust gas. The ratio of available Ca:S is important in defining what phases will form at different parts of the engine.

Our results showed that the problem with deposition inside the engines is not localized in one engine compartment, solids are ready to form where pressure, temperature or both change abruptly or oxidation takes place, and the deposits are readily transported to the lubrication oil and other engine parts, too.



# SZENNYVÍZKEZELÉS SORÁN MEGJELENŐ TECHNOLÓGIAILAG KÁROS ÁSVÁNYKIVÁLÁSOK

**Benyó Judit<sup>1</sup>, Weiszburg Tamás<sup>1,2</sup>, Mireisz Tamás<sup>3</sup>, Harman-Tóth Erzsébet<sup>1</sup> és Máriaaligeti Károly<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, Budapest,

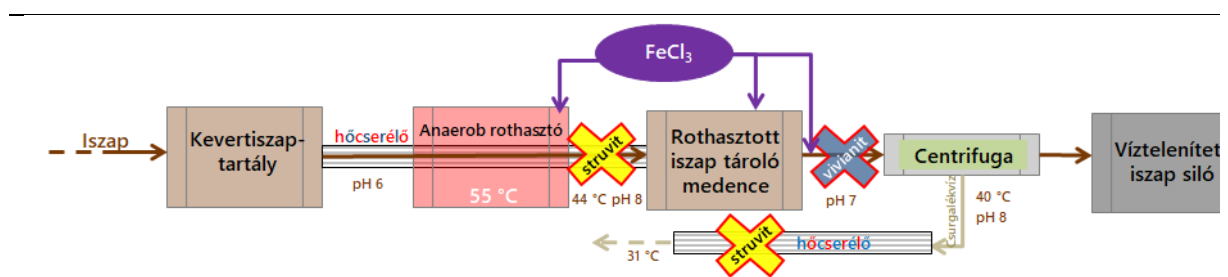
<sup>2</sup> Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, Kolozsvár

<sup>3</sup> Fővárosi Vízművek Zrt., Budapest

<sup>4</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Mikrobiológiai Tanszék, Budapest

A szennyvíztisztító telepeken az eleveniszapos szennyvízkezelési eljárás alkalmazásakor mikrobiális közreműködéssel az oldott foszforformák nagyobb része kötött polifoszfátá alakul a biológiai foszforleválasztás során. A szennyvízkezelés további lépésében az anaerob rothasztós technológia körülményeinek következtében, a sejtek által megkötött polifoszfát ismét oldatba kerül anionok formájában. A rothasztó létesítmények után, a hőcserélőkben, csővezetékekben a megváltozó hőmérsékleti körülmények miatt csökken az oldatban lévő ionok oldhatósága és a megváltozó áramlási viszonyok kristályok megjelenését okozzák. Ezek a technológiai folyamatok között képződő ásványok jelentős károkat okoznak a szennyvíztisztítóknak, mivel a berendezések és csővezetékek falán megjelenő kiválások csökkentik a csövek belső átmérőjét, a tisztítás hatékonyságát és a berendezések idő előtti elhasználódását, kopását idézik elő.

Egy budapesti szennyvíztisztító telepen végzett kutatás eredményeként megállapítottuk, hogy ezeket a szennyvízkezelés során megjelenő technológiailag káros kiválásokat elsősorban két ásvány, a struvit ( $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^{\text{rombos}}$ ) és a vivianit ( $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}^{\text{monoklin}}$ ) alkotják, melyek megjelenése függ a szennyvízkezelési technológia során fellépő pH, ionösszetétel, hőmérséklet és áramlási viszonyoktól (1. ábra). A struvit kémiai összetétele miatt megfelelő minőségben és helyen történő célzott leválasztásával csökkenteni lehetne az ásványképződés okozta üzemeltetési többlet terheket. A struvit akár mezőgazdasági szempontból potenciálisan hasznosítható nyersanyag lehetne nagy foszfátartalma miatt.



1. ábra: Biológiai foszforeltávolítást alkalmazó eleveniszapos szennyvíztisztítás egyszerűsített folyamatábrája az azonosított technológiailag káros ásványkiválások megjelölésével

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

# VÍZBEN OLDOTT SZERVES $^{14}\text{C}$ MINTAELŐKÉSZÍTÉS MÓDSZERFEJLESZTÉSE AMS MÉRÉSEKHEZ

**Molnár Anita<sup>1,2</sup>, Janovics Róbert<sup>1</sup>, Veres Mihály<sup>1</sup>, Molnár Mihály<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Isotoptech Zrt., Debrecen

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Fizikai Tudományok Doktori Iskola, Debrecen

<sup>3</sup>INTERACT Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési Központ, Debrecen

A radiokarbon ( $^{14}\text{C}$ ) kiemelt jelentőségű a nukleáris környezet- és vízbázisvédelem területén, illetve az általános vízbázis védelemben egyaránt. A radiokarbon közel hatezer éves (5700 $\pm$ 40 év) felezési ideje miatt szinte egyedüli módszer a több ezer éves mélységi vizek vízkor meghatározásában, egészen 50 ezer éves korokig. A kutatás célja, hogy módszertani fejlesztéseket végezzünk az oldott szerves széntartalom (Dissolved Organic Carbon: DOC)  $^{14}\text{C}$  meghatározásához (DO $^{14}\text{C}$ ), mely során a legmodernebb gyorsító tömegspektrométeres (AMS) mérés technika áll rendelkezésre.

A gyakorlatban az oldott szerves komponens (Dissolved Inorganic Carbon: DIC)  $^{14}\text{C}$  mérése alapvető jelentőségű pl. környezeti vizsgálatok során, mivel a DIC mennyisége általában több, mint 100-szorosa a DOC komponensnek és preparálási eljárása egyszerű és gyors (Molnár et al, 2013) az AMS technika alkalmazása esetén. Viszont a rutinszerűen számító DIC mérés gyakran nehézségekbe ütközik a víz-kor, illetve víz tartózkodási idő értelmezése tekintetében ugyanis a vízben oldott DIC több forrásból is származhat: mélységi  $\text{CO}_2$  feláramlásból, illetve az alapkőzet beoldódásából is, nem csak a leszivárgáskori felszíni, biogén környezetből. Ezért válik szükségessé gyakran a DO $^{14}\text{C}$  frakció mérése, illetve a DOC alapú vízkor mérés, ugyanis a DOC jellemzően a felszíni leszivárgásból származik és jóval kevesebb zavaró hatás jelentkezik ennek mérése során.

Azonban a szerves formájú  $^{14}\text{C}$  kinyerése és mérése bonyolult feladat, rutinszerű eljárások még nincsenek, mivel ebben az esetben az oldott anyagmennyiség általában nagyon csekély (mg-os tartomány/L), a minták nehezen tárolhatók és kezelhetők, illetve nukleáris létesítmények közelében akár előfordulhat, hogy jelentős mértékű (antropogén eredetű) fajlagos aktivitást mutatnak.

A DO $^{14}\text{C}$  mintaelőkészítés egyik alternatív megoldása a nedves oxidációs módszer alkalmazása. Ennek lényege, hogy az oldott szerves komponenseket vegyszeresen roncsoljuk el, mely során szén-dioxid gázt nyerünk ki, vákuumban. A vizek alacsony oldott szerves széntartalma miatt a kiindulási mintatérfogat 600-700 ml, melyből első lépésként sav adagolásával kiűzzük az ekkor zavaró szerves széntartalmat egy bepárló- vákuumdesztilláló rendszeren, majd a roncsoló oldatot hozzáadva a mintához a szerves széntartalmat feltárjuk.

Ez a fajta mintafeltárási technika nagyon érzékeny a legkisebb szerves modern vagy fosszilis szén-szennyezőre. Hátránya a jelentős vegyszer- és mintaigénye, valamint az, hogy bonyolult, és időigényes a munkafolyamat. Az alkalmazott vegyszerek szén és esetleges radiokarbon tartalma alapvetően befolyásolják a módszer analitikai teljesítőképességét, például az alsó méréshatárt és ronthatják a kinyert minta tisztaságát és használhatóságát.

Előadásomban bemutatom a felsorolt zavaró hatások és effektusok kiküszöbölésére végzett különböző tesztek, mely során az esetlegesen bevitt szennyezések forrását és hatásait vizsgáltuk. Ezek segítségével optimalizáljuk a bevitt vegyszerek mennyiségét és minőségét annak érdekében, hogy a módszer ne csupán a nukleáris környezetvédelemben állja meg a helyét, hanem alkalmazható legyen idős vizek korának meghatározására is.

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM KOOPERATÍV DOKTORI PROGRAM DOKTORI HALLGATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

TÁMOGATÓK

AURO-SCIENCE  
CONSULTING

MERCK